System Engineering and Productivity/ 2024/ Vol.4/ No.3/ 31-48

System Engineering and Productivity

DOI: 10.22034/msb.2024.2031280.1212

Risk Management of Outsourcing Projects in Auto Parts Manufacturing Companies by Using Failure Mode Analysis Method and Decision-Making Technique

Reza Khodayari[1], Mehdi Yazdani[2*], Adel Pourghader Chobar [3], Seyedeh Tannaz Salehan[4]

[1] M.Sc., Department of Industrial Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran

[2] Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran

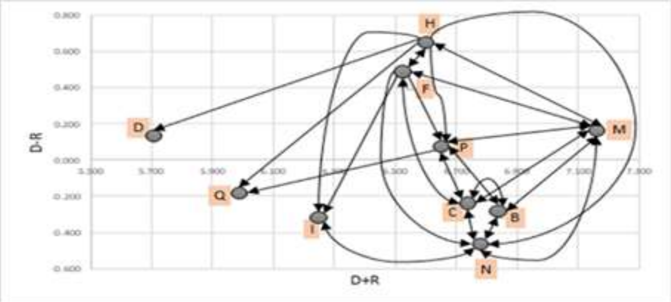
[3] Ph.D., Department of Industrial Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran

[4] Ph.D. Student, Department of Industrial Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran

HIGHLIGHTS

- Risk management in outsourcing projects in automotive component companies.
- Identifying and prioritizing risks using the DANP method.
- The most important criteria include infrastructure management, commercial, management and contractor.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article Type: Research paper
Received: 5 June 2024
Received in revised form: 2 July 2024
Accepted: 15 August 2024
Available online: 15 August 2024
*Correspondence:
m_yazdani@qiau.ac.ir

How to cite this article:
Khodayari, R., Yazdani, M., Choobar, A. P., Salehan, S. T. (2024). Risk management of outsourcing projects in automotive parts companies using failure mode analysis and decision-making techniques. *System Engineering and Productivity*, 4(3), 31-48.

Keywords:
Risk Management
Automotive parts manufacturing
Outsourcing
Failure mode analysis method and its effects
Multi-axis decision-making

ABSTRACT

This research deals with the risk management of outsourcing projects in automotive component manufacturing companies. The study has shown that automotive companies outsource many of their product sub-categories to external suppliers due to various constraints. This issue affects the risk management in the quality, productivity and profitability of the organization. The present research examines the risk management of outsourcing projects in automotive component manufacturing companies by using failure mode analysis and its effects and multi-criteria decision-making technique. The scope of this research includes companies that operate in the field of automotive component manufacturing. To collect information, the opinions of experts, managers and experts of outsourcing projects in automotive component manufacturing companies have been used. According to the analysis, seventy sub-criteria have been identified and the level of each risk has been examined using the failure mode analysis and its effects method. Then, ten criteria and seventeen sub-criteria were identified and prioritized using the DANP weighting method. The results showed that the most important criteria include infrastructure management, commercial, management, and contractor, and the most important sub-criteria include increased repair time, lack of awareness in plans and lengthening project time, errors in rejection or acceptance, and loss of key employees.

Publisher: University of Eyvanekey

مهندسی سیستم و بهره‌وری/ سال ۱۴۰۳/ دوره ۴/ شماره ۳/ صفحه ۳۱-۴۸

نشریه مهندسی سیستم و بهره‌وری

DOI: 10.22034/msb.2024.2031280.1212

مدیریت ریسک پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو با استفاده از روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و تکنیک تصمیم‌گیری

رضا خدایاری[۱]، مهدی یزدانی[۲*]، عادل پورقادر چوبر[۳]، سیده طناز صالحان[۴]

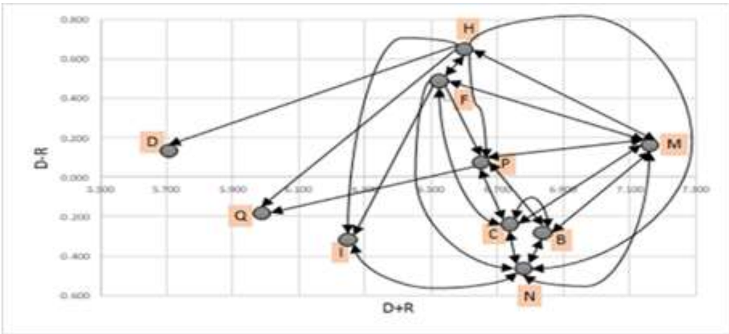
[۱] کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

[۲] دانشیار، گروه مهندسی صنایع، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

[۳] دکتری، گروه مهندسی صنایع، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

[۴] دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

چکیده گرافیکی



چکیده

این پژوهش به مدیریت ریسک‌های پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو می‌پردازد. بررسی نشان داده است که شرکت‌های خودروسازی به دلیل محدودیت‌های مختلف، بسیاری از زیرمجموعه‌های محصولات خود را به تأمین‌کنندگان بیرونی واگذار می‌کنند. این مسئله مدیریت ریسک در کیفیت، بهره‌وری و سودآوری سازمان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. پژوهش حاضر با استفاده از تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و تأثیرات آن و تکنیک تصمیم‌گیری چندشاخصه، به بررسی مدیریت ریسک‌های پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو می‌پردازد. محدوده این تحقیق شامل شرکت‌هایی است که در زمینه قطعه‌سازی خودرو فعالیت می‌کنند. برای جمع‌آوری اطلاعات، نظرات کارشناسان، مدیران و خبرگان پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو مورداستفاده قرارگرفته است. طبق تجزیه‌وتحلیل انجام‌شده، هفتاد زیرمعیار شناسایی‌شده است که سطح هر یک از ریسک‌ها با استفاده از روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و تأثیرات آن موردبررسی قرارگرفته است. سپس، ده معیار و هفده زیرمعیار شناسایی و با استفاده از روش وزن‌دهی DANP اولویت‌بندی شده است. نتایج نشان داده‌اند که مهم‌ترین معیارها شامل مدیریت زیرساخت‌ها، بازرگانی، مدیریت و پیمانکار است و مهم‌ترین زیرمعیارها شامل افزایش زمان تعمیرات، عدم آگاهی در برنامه‌ها و طولانی شدن زمان پروژه، خطا در رد یا پذیرش و از دست دادن کارکنان کلیدی می‌باشند.

برجسته‌ها

- مدیریت ریسک در پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو.
- شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌ها با استفاده از روش DANP.
- مهم‌ترین معیارها شامل مدیریت زیرساخت‌ها، بازرگانی، مدیریت و پیمانکار.

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۶

بازنگری: ۱۴۰۳/۰۴/۱۲

پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۶

ارائه برخط: ۱۴۰۳/۰۵/۲۶

*نویسنده مسئول:
m_yazdani@qiau.ac.ir

کلیدواژه‌ها:

مدیریت ریسک

قطعه‌سازی خودرو

برون‌سپاری

روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و اثرات آن

تصمیم‌گیری چندشاخصه

۱- مقدمه

امروزه مسائلی چون افزایش فشارهای رقابتی، محدودیت منابع، پیچیدگی تکنولوژیک و تخصصی‌تر شدن کارها، شتاب تحولات محیطی، عدم اطمینان به آینده، افزایش هزینه‌ها، بزرگ شدن بیش‌ازاندازه برخی سازمان‌ها به‌ویژه در بخش عمومی و نیز مزیت‌های رقابتی در دنیای کنونی کسب‌وکار، به استراتژی‌های جدیدی رفته‌اند. بدون شک راه‌حل پاسخگویی به این تحولات نیازمند بررسی و دقت زیادی است. یکی از این راه‌حل‌ها برون‌سپاری است که هرروز دامنه وسیع‌تری به خود می‌گیرد. بدین ترتیب، سازمان‌ها فعالیت‌های محدود را برای انجام کار خود برمی‌گزینند و بقیه فعالیت‌های خود را به شبکه بزرگ تأمین‌کنندگان خارج از سازمان واگذار خواهند کرد (Esmaeili-Najafabadi et al., 2021). کاهش راهبردی هزینه‌ها، ارتقای کیفیت خدمات یا محصولات، افزایش رضایت مشتریان، بهبود عملکرد، افزایش اثربخشی، بهبود پاسخگویی و افزایش انعطاف‌پذیری در مقابل نوسانات بازار و تقاضاهای متنوع مشتریان، آزادسازی منابع برای تمرکز به قابلیت‌های کلیدی سازمان و... ازجمله دلایلی است که سازمان‌ها را به برون‌سپاری فعالیت‌های سوق می‌دهد (Behesht-Ayin et al., 2018). برون‌سپاری ابزار قدرتمندی است اما چنانچه در استفاده از این ابزار قدرتمند دقت و تأمل کافی صورت نگیرد، نه‌تنها هیچ‌یک از منافع مورد انتظار حاصل نمی‌شود، بلکه آسیب‌ها و خسارات جبران‌ناپذیری به منافع سازمان وارد می‌شود (Barthelemy, 2003). قطعه‌سازی خودرو یکی از صنعت‌های تأثیرگذار در دنیا می‌باشد. برون‌سپاری را می‌توان کسب امکاناتی دانست که شرکت خود نمی‌تواند نسبت به آن فعالیت اقدام نماید (Aubert et al., 1999). مدیران برون‌سپاری را به‌عنوان تنها راه حفظ موقعیت رقابتی کسب‌وکار می‌دانند و معتقدند جمع‌سپاری و برون‌سپاری یک ابزار قدرتمند است که توان مقابله شرکت‌ها را در برابر فشارهای موجود در بازارهای رقابتی افزایش می‌دهد و راهی برای موفقیت بنگاه‌های اقتصادی خواهد بود (Behesht-Ayin et al., 2018). با توجه به اینکه استفاده از برون‌سپاری منجر به کاهش هزینه‌ها، افزایش انعطاف‌پذیری، تمرکز بر شایستگی‌های اصلی و دسترسی سریع‌تر به تکنولوژی‌های جدید می‌شود، ولیکن نداشتن یک رویکرد و روش‌شناسی علمی در این روش ریسک‌های پروژه‌های برون‌سپاری را افزایش می‌دهد (Lu et al., 2022). مدیریت ریسک پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی نقش بسیار مهمی دارد. امروزه تخصصی شدن برخی از فعالیت‌ها و افزایش تولیدات سبب شده بسیاری از شرکت‌های خودروسازی قطعات موردنیاز، جهت تولید محصولات را به شرکت‌های دیگر واگذار نمایند تا از این طریق بتوانند در کنار کاهش هزینه‌ها، افزایش مقدار کمیت و کیفیت قطعات تولیدی را داشته باشند. می‌توان گفت: از علت‌هایی که شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو باید ریسک‌های فرآیندهای خود را شناسایی نمایند، رقابتی بودن و سودآوری می‌باشد تا بتوانند در فضای رقابتی بیشترین بهره‌وری را داشته باشند. درهرصورت توسعه دادن مدیریت ریسک پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو نیازمند ایجاد یک سیستم مدیریت ریسک در سازمان دارد چراکه عدم مدیریت آن‌ها علاوه بر کاهش سودآوری، باعث تحمیل خسارت‌ها و هزینه‌های زیادی به سازمان می‌شود.

انتقال فعالیت‌ها به تأمین‌کنندگان در برخورد سازمان بسیار اثرگذار می‌باشد که گاهی اوقات این اثرات منفی و مثبت هستند. از دیدگاه بدبینانه یعنی اینکه اغلب سازمان‌ها نمی‌خواهند کارکنان خود از اینکه برخی از فعالیت‌ها را به تأمین‌کنندگان داده‌شده اطلاع داشته باشند و دلیل آن این است که احتمال دارد، باعث ترک افراد اثرگذار شود و همچنین اطلاع نداشتن کارکنان درواقع می‌تواند پیامدهای بدی به وجود بیاورد. از دیدگاه خوش‌بینانه خبر دادن به کارکنان موجب جذب آنان می‌گردد که اطمینان آن‌ها نسبت به مدیریت سازمان جذب شود. با واگذاری کارها تأمین‌کنندگان سازمان‌ها امکان آن را دارد که ساختار خودشان را مجدد بررسی کنند و درک مناسب‌تری از رویدادها کسب نمایند. رقابتی شدن فضای کسب‌وکار در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو باعث شده تا بسیاری از شرکت‌ها به دلیل سودآوری بیشتر، اقدام به شناسایی نمودن ریسک‌های موجود در سطح سازمان نمایند.

پیاده‌سازی مدیریت ریسک می‌تواند به هر سازمان یا هر فعالیت اقتصادی کمک نماید تا بتواند تصمیمات گرفته‌شده را برای کلیه ذینفعان توجیه نماید و ذینفعان متوجه شوند که تصمیمات اخذشده از روی عواطف و احساسات نبوده است و ریسک‌ها زمانی آشکار خواهند شد که مشکلات

موجود در سطح فرآیندها، تجهیزات و منابع مورد خطر قرار گیرند که می‌تواند در روند فعالیت هر سازمان تولیدی و خدماتی و همچنین سایر فعالیت‌های اقتصادی اثرگذار باشد. ریسک در پروژه‌ها به‌صورت شانس وقوع رخدادی تعریف می‌شود که دارای اثر منفی احتمالی بر اهداف پروژه می‌باشد و با عباراتی نظیر احتمال وقوع و پیامد اندازه‌گیری می‌باشد (Wideman, 1992). مؤسسه مدیریت پروژه، ریسک را به این صورت تعریف می‌کند: رویدادی نامعین یا موقعیتی که اگر اتفاق بیفتد بر هدف پروژه تأثیر مثبت یا منفی خواهد گذاشت، ریسک دلیلی دارد و در صورت وقوع نیز تجربه‌ای از آن حاصل می‌شود پس مدیریت ریسک عبارت است از به حداقل رساندن نتایج و پیامدهای حاصل از رویدادهای نامطلوب و به حداکثر رساندن نتایج حاصل از رویدادهای مطلوب (Avazkhah & Mohebbi, 2011). مدیریت ریسک مانند یک «رادار جلو بین» عمل کرده و آینده غیرقطعی را جست‌وجو می‌کند تا چیزهایی را که ممکن است سبب خطری مهم شوند، شناسایی و از آن‌ها اجتناب شود یا در فرصتی مهم کشف شود. ممکن است تشخیص آخرین جزییات هر آینده غیرقطعی‌ای شدنی نباشد، ولی فرآیند ریسک افشا کردن محیط‌های غیرقطعی خاص و تعیین بهترین مسیر برای ادامه کار را هدف قرار می‌دهد (Somers & Nelson, 2004). مدیریت ریسک پروژه از یک منظر از هفت فرایند برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، شناسایی ریسک‌ها، انجام تجزیه‌وتحلیل کیفی ریسک، انجام تجزیه‌وتحلیل کمی ریسک، برنامه‌ریزی پاسخ‌های ریسک، پیاده‌سازی برنامه پاسخ و کنترل ریسک‌ها تشکیل‌شده است. دراین‌بین طبقه‌بندی و دسته‌بندی ریسک‌ها دارای اهمیت بسیار است. طبقه‌بندی‌های ریسک، ساختاری را فراهم می‌کند که تضمین‌کننده فرایند جامعی برای شناسایی نظام‌مند ریسک‌ها تا سطح مناسبی از جزئیات می‌باشد. در این میان ساختار شکست ریسک فهرستی از مجموعه‌ها و زیرمجموعه‌هایی را که ریسک‌ها ممکن است در قالب یکی از آن‌ها برای پروژه‌های معمولی به وقوع بپیوندد، ارائه می‌کند درواقع هدف اصلی مدیریت ریسک پروژه شناسایی، ارزیابی و کنترل ریسک جهت موفقیت در پروژه است (Abbasi & Nikbakht, 2015).

بر این اساس مرحله راهبرد اهداف و محدوده برون‌سپاری تعیین می‌شود. در مرحله تعیین دامنه روابط بین فعالیت‌هایی که برون‌سپاری می‌شوند و فعالیت‌های که برون‌سپاری نمی‌شوند و در سازمان باقی می‌ماند، مشخص خواهد شد. در مرحله مذاکره، مذاکرات انجام‌شده برای بستن قرارداد انجام خواهد شد و در مرحله اجرا کارها به تأمین‌کننده بیرون از سازمان واگذار خواهد شد. در مرحله مدیریت به‌منظور موفقیت در پروژه‌های برون‌سپاری مذاکرات و تغییرات در صورت نیاز انجام می‌گردد. در مرحله تکمیلی تصمیم‌گیری که قرارداد جدید برای بقیه کارها انجام شود یا اتمام رابطه با آن‌ها و مذاکرات جدید انجام می‌گردد و تصمیمات لازم برای ادامه برون‌سپاری یا خارج نمودن برون‌سپاری گرفته می‌شود.

در طول پروژه‌های برون‌سپاری، فعالیت‌ها با برخی از ریسک‌های مختلفی روبه‌رو می‌شوند که این ریسک‌ها می‌تواند اثرات منفی بر پروژه‌های برون‌سپاری در واحدهای قطعه‌سازی ایجاد نماید. برای اینکه بتوان ریسک‌ها را کنترل کرد، باید آن‌ها را مدیریت نمود. بنابراین مدیریت ریسک در پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو بسیار مهم و ضروری می‌باشد و می‌تواند مدیران و کارشناسان و خبرگان را در اتخاذ تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی دقیق‌تر کمک کند. بدین منظور سعی شده در این پژوهش با به‌کارگیری نظرات خبرگان صنعت و استفاده از روش‌های تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و اثرات آن و تکنیک تصمیم‌گیری چند شاخصه ریسک‌های پروژه‌های برون‌سپاری را مدیریت کرد. در این پژوهش پس از بررسی مرور ادبیات ریسک‌های پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو شناسایی‌شده و با استفاده از روش FMEA سطح هر یک از مشخص می‌شود و سپس با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه ریسک‌های اهمیت بالا اولویت‌بندی می‌گردد. با توجه به اهمیت موضوع ریسک در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو این پژوهش موضوع مدیریت ریسک‌های پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه شرکت‌های خودروسازی خودرو، با استفاده از تکنیک FMEA و روش DANP را موردمطالعه قرار داده است. درواقع این تحقیق به دنبال مدیریت کردن ریسک‌های پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو می‌باشد.

در ادامه، در بخش دوم به بررسی پیشینه تحقیق پرداخته‌شده است. در بخش سوم روش تحقیق و نحوه جمع‌آوری داده‌ها آورده شده است. در بخش چهارم نتایج و

یافته‌های تحقیق بیان گردیده و درنهایت در بخش پنجم به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات تحقیق پرداخته‌شده است.

۲- پیشینه پژوهش

قیدرخلجانی و تسلیمی در سال ۲۰۲۲ به ارائه مدلی استوار برای به‌کارگیری بهینه منابع در پروژه‌های قابل برون‌سپاری با بودجه غیرقطعی در سازمان‌های دولتی پرداخته‌اند (Qeydar Khaljani & Taslimi, 2022). در این پژوهش هر یک از شرایط رکود، تعادل و رونق اقتصادی، عامل مؤثر بر تخصیص بودجه و در دسترس بودن آن در نظر گرفته‌شده است. با توجه به ماهیت گسسته و سناریو محور هر یک از این شرایط، به‌منظور پوشش ریسک تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت، با هدف کمینه‌سازی هزینه‌ها از رویکرد بهینه‌سازی استوار سناریو محور برای مدل‌سازی مسئله استفاده کرده‌اند. موسوی و فعلی در سال ۲۰۲۰ (Mousavi & Feli, 2020)، تحقیقی در حوزه مدل‌سازی تفسیری ساختاری برون‌سپاری پتروشیمی مارون انجام داده‌اند. هدف از انجام این تحقیق مدل‌سازی عوامل اثرگذار در برون‌سپاری منابع انسانی شرکت پتروشیمی مارون است. در این تحقیق عوامل مؤثر در برون‌سپاری منابع انسانی، ایجاد الگوی برون‌سپاری منابع انسانی بر اساس برخی از عوامل تعیین و نقش عوامل مؤثر موردبررسی قرار گرفت. حسینی دهشیری (Hosseini Dehshiri, 2019)، پژوهشی در زمینه استفاده از تئوری اعداد خاکستری در روش تصمیم‌گیری چند شاخصه برای ارزیابی ریسک‌های برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات ارائه نموده‌اند. که در آن فهرستی از معیارهای شناسایی‌شده در اختیار خبرگان قرار داده، سپس معیارهای موردنظر پس از مطالعه با روش دلفی فازی نهایی و انتخاب می‌شود. بهشت آیین و همکاران (Behesht-Ayin et al., 2018)، پژوهشی در زمینه ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های برون‌سپاری با استفاده از روش GDEMATEL و ISM انجام داده‌اند. این پژوهش به‌منظور شناسایی نمودن ریسک‌ها موجود در برون‌سپاری پروژه‌های شرکت مدیریت و تولید برق برای اولویت‌بندی خطرها و تعیین خطرهای اصلی و غیر اصلی است. در این پژوهش از تکنیک دیمتل خاکستری و مدل‌سازی ساختاری– تفسیری برای شناسایی و طراحی الگوی روابط شاخص‌ها استفاده‌شده است که با استفاده از تکنیک دیمتل الگوی روابط میان متغیرها شناسایی‌شده است و درنهایت از مدل ساختاری- تفسیری برای تعیین الگوی نهایی پژوهش استفاده‌شده است. عباسی و نیکبخت (Abbasi & Nikbakht, 2015)، پژوهشی در حوزه شناسایی شاخص‌های کلیدی ریسک‌های برون‌سپاری قطعه‌سازی محصولات هواپیمایی در شرکت قطعه‌سازی ایران –هسا انجام داده‌اند. هدف از این تحقیق ارائه چارچوبی جهت شناسایی ریسک‌ها بر پایه اصول منطقی در شرکت صنایع هواپیماسازی ایران –هسا می‌باشد بر این اساس ریسک‌ها در سه گروه اصلی و هفت زیرگروه فرعی دسته‌بندی و شناسایی گردید و برای مدیریت این ریسک‌ها لازم است نظرات خبرگان این صنعت استفاده شود و انجام تحلیل ریسک مجموعه باعث اقدامات کنترلی جهت کاهش یا حذف ریسک‌ها انجام پذیرد. تیان وگوا (Tian & Guo, 2019)، پژوهشی در زمینه تمرکز بر ارزیابی و بهبود راهبردهای کاهش شکاف رضایت مشتری ناشی از وابستگی متقابل و مشکلات انجام داده‌اند. در این پژوهش در میان ابعاد و معیارها از روش DANP و VIKOR استفاده‌شده است برای مشخص کردن تأثیر وزن‌ها، از روش DANP و از روش VIKOR برای اولویت‌بندی و انتخاب استفاده می‌شود. بی و همکاران (Bi et al., 2020)، پژوهشی برای کنترل خطر برنامه‌ریزی برون‌سپاری فناوری اطلاعات پروژه مبتنی بر الگوریتم ژنتیک ارائه کرده‌اند. در این تحقیق برای کنترل برنامه‌ریزی خطر پروژه‌های برون‌سپاری فناوری اطلاعات یک مدل ریاضی دوسطحی برای توصیف روند تصمیم‌گیری ساخته‌شده است و الگوریتم ژنتیک برای حل مدل پیشنهادی طراحی‌شده است.

اسماعیلی نجف‌آبادی و همکاران پژوهشی درزمینه یک مدل هزینه‌ای مبتنی بر نمودار برای بهینه‌سازی پیکربندی زنجیره تأمین ارائه داده‌اند در این پژوهش که با استفاده از شبکه‌های پشتیبانی از تصمیم‌گیری برای پیکربندی مجدد یک مدل بهینه‌سازی برای به حداقل رساندن کلی فرموله شده است (Esmaeili-Najafabadi et al., 2021). سیلوا و مورایس (Silva & Morais, 2022)، تأثیرات تصمیمات برون‌سپاری مدل‌های کسب‌وکار در مدیریت ضایعات نساجی و مد را در یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره موردبررسی قرار داده‌اند. هدف این مطالعه پیشنهاد یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره جدید برای مرتب‌سازی استراتژی‌های دوار بوده که می‌تواند در مدل‌های کسب‌وکار دوار پذیرندگان و متصدیان برون‌سپاری که توسط یک

سیستم پشتیبانی تصمیم پشتیبانی می‌شوند. لو و همکاران (Lu et al., 2022)، یک الگوریتم بهینه‌سازی نهنگ دوسطحی برای برنامه‌ریزی مدیریت ریسک پروژه‌های فناوری اطلاعات با در نظر گرفتن برون‌سپاری ارائه داده‌اند. بر اساس تئوری تصمیم‌گیری توزیع‌شده (DDM)، یک مدل مدیریت ریسک برنامه چندهدفه دوسطحی با در نظر گرفتن ریسک برنامه‌ریزی پروژه و هزینه مدیریت ریسک در نظر گرفته‌اند. برای حل مدل یک الگوریتم بهینه‌سازی دوسطحی نهنگ (BiWOA) طراحی‌شده و با الگوریتم بهینه‌سازی اصلی نهنگ (WOA) و بهینه‌سازی پروانه شعله (MFO) مقایسه شده است. آلدیسا و ماولانا (Aldisa & Maulana, 2022)، به مدیریت ریسک پروژه و تیم توسعه چابک در یک شرکت برون‌سپاری در کشور اندونزی پرداخته‌اند. سیستم ایجادشده به‌صورت یک بازار کار است که در آن فرصت‌های شغلی برای حمایت از فعالیت‌های برون‌سپاری در شرکت ارائه‌شده است. چای و همکاران (Chai et al., 2023)، همکاری و طراحی قرارداد در مدیریت پروژه با برون‌سپاری را موردبررسی قرار داده‌اند. در این تحقیق یک مسئله مدیریت پروژه مطالعه شده که در آن پیمانکار اصلی باید وظایف خود را با منابع موردنیاز به پیمانکاران فرعی برون‌سپاری کند. با مدل‌سازی مسئله هماهنگی پیمانکاران فرعی به‌عنوان یک بازی مشارکتی و یک طرح تقسیم سود را برای تسهیل همکاری پیمانکاران فرعی ایجاد کرده‌اند.

۳- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف جزء تحقیقات کاربردی می‌باشد. در این تحقیق ابتدا معیارها و زیر معیارها (شاخص‌ها و ریسک‌ها) که بر پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو مؤثر بوده شناسایی‌شده است. برای تعیین سطح ریسک‌ها از روش FMEA و برای اولویت‌بندی آن‌ها از روش DANP استفاده می‌کنیم. روشFMEA ابزاری است جهت جلوگیری کردن قبل از اتفاق افتادن می‌باشد. اهمیت دادن به این روش باعث جلوگیری از ریسک‌های منفی در هر سازمان می‌گردد. شکل **۱** مراحل FMEA را نشان می‌دهد.

از روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و اثرات آن در سطح فرایندها، مراحل طراحی به‌منظور دوراندیشی کردن ایرادت و مشکلات استفاده خواهد شد. یکی از حسن‌های تکنیک FMEA این است که می‌توانیم قبل از آنکه یک اتفاقی رخ دهد، یک اقدام انجام داده باشیم. درواقع می‌توان گفت این روش یک اقدام کنشی می‌باشد که با استفاده از روش FMEA می‌توانیم با برنامه‌های پاسخ مناسب سطح هریک از ریسک‌ها را کاهش دهیم. در این تحقیق از روش FMEA به‌منظور شناسایی مواردی استفاده می‌شود که باعث شکست پروژه برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو می‌شود. در این پژوهش ۵۲ پرسشنامه تهیه و توزیع شد که ۴۹ نفر آن را تکمیل نمودند. از نظرات ۴۹ نفر که شامل خبرگان، مدیران و کارشناسان پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو می‌باشد استفاده‌شده است. با استفاده از روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و اثرات آن FMEA سطح ریسک‌ها تعیین می‌گردد سپس ریسک‌های کم‌اهمیت حذف و برای ریسک‌های اهمیت متوسط و بالا برنامه پاسخ به ریسک نوشته و نهایتاً با استفاده از روش DANP به اولویت‌بندی ریسک‌های اهمیت متوسط و اهمیت بالا پرداخته می‌شود. مراحل پژوهش مطابق شکل **۲** می‌باشد.

۴- روش شناسایی معیارها و زیر معیارها

در این مبحث بر اساس جدول **۱** تعداد ۱۵ معیار (شاخص) و ۷۰ زیر معیار (ریسک‌ها) برای مدیریت پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو مطرح‌شده است و در ادامه توضیحات بیشتری در مورد هریک از ریسک‌ها داده خواهد شد.

۴-۱- روش و ابزار جمع‌آوری داده‌ها

در این تحقیق برای جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز تحقیق از روش‌های کتابخانه‌ای جهت کسب اطلاعات در زمینه مبانی نظری پژوهش و ادبیات تحقیق از پایان‌نامه‌ها و کتاب‌ها و مقالات و شبکه اینترنت استفاده‌شده است و با استفاده از روش میدانی به‌طور حضوری با افراد مدنظر گفتگو (مصاحبه) نموده و با توجه به اینکه پرسشنامه بخشی از معمول‌ترین روش‌های میدانی می‌باشد، جهت کسب اطلاعات لازم برای پژوهش از پرسشنامه استفاده‌شده است.



شکل (۱): مراحل FMEA.

جدول (۱): معیارها و زیر معیارهای تحقیق

شاخص	شماره	ریسک	منبع
شاخص بازرگانی	۱	تعداد کم تأمین‌کنندگان	Qeydar Khaljani & Taslimi, 2022
	۲	لغو قرارداد به‌وسیله تأمین‌کننده	Qeydar Khaljani & Taslimi, 2022
	۳	عدم ارزیابی تأمین‌کنندگان و فروشندگان	Qeydar Khaljani & Taslimi, 2022
	۴	عدم تأمین به‌موقع	Esmaeili-Najafabadi et al., 2021
	۵	عدم انتخاب تجهیزات و وسایل به دلیل انحصاری بودن	Behesht-Ayin et al., 2018
	۶	ارتباطات ضعیف به دلیل موقعیت جغرافیایی	Hosseini Dehshiri, 2019
	۷	نداشتن معیارهای مناسب جهت انتخاب پیمانکاران	Esmaeili-Najafabadi et al., 2021
	۸	خرید جنس نامرغوب	Behesht-Ayin et al., 2018
شاخص پیمانکار	۹	شکست مالی پیمانکار	Esmaeili-Najafabadi et al., 2021
	۱۰	عدم ارائه کامل و شفاف نیازها و مشخصات	Hosseini Dehshiri, 2019
	۱۱	فقدان مهارت پیمانکار	Behesht-Ayin et al., 2018
	۱۲	عدم انجام تعهدات پیمانکار	Behesht-Ayin et al., 2018
	۱۳	پایین بودن کیفیت خدمات	Hosseini Dehshiri, 2019
	۱۴	مقاومت پیمانکار در برابر تغییرات احتمالی	Esmaeili-Najafabadi et al., 2021
	۱۵	ادعاهای اشتباه پیمانکار	Mousavi & Feli, 2020
	۱۶	اعتماد بیش‌ازحد به پیمانکار	Mousavi & Feli, 2020
	۱۷	توقعات بی‌جا پیمانکار	Mousavi & Feli, 2020
شاخص مالی	۱۸	عدم تخصیص بودجه مناسب	Esmaeili-Najafabadi et al., 2021
	۱۹	مبادلات مالی نامناسب	Behesht-Ayin et al., 2018
	۲۰	آشنا نبودن با قوانین بیمه و مالیات	Behesht-Ayin et al., 2018
	۲۱	عدم ضمانت‌های موردنیاز	Behesht-Ayin et al., 2018
	۲۲	در نظر نگرفتن نرخ بازگشت سرمایه	Esmaeili-Najafabadi et al., 2021
	۲۳	برآورد غلط از توانایی مالی مجموعه	Esmaeili-Najafabadi et al., 2021
	۲۴	نوسانات نرخ ارز	Behesht-Ayin et al., 2018
شاخص نیروی انسانی	۲۵	فقدان تجربه و مهارت کارکنان	Mousavi & Feli, 2020
	۲۶	از دست دادن کارکنان کلیدی	Mousavi & Feli, 2020
	۲۷	اشتباه در محاسبات ساعت کارکرد کارکنان	Mousavi & Feli, 2020
شاخص هزینه	۲۸	افزایش هزینه تغییرات	Qeydar Khaljani & Taslimi, 2022
	۲۹	افزایش هزینه پنهان و اضافه	Qeydar Khaljani & Taslimi, 2022
	۳۰	عدم آشنایی با برخی از تخفیفات	Qeydar Khaljani & Taslimi, 2022
	۳۱	کاهش هزینه‌های کیفیت (COQ)	Qeydar Khaljani & Taslimi, 2022

ادامه جدول (۱).

شاخص	شماره	ریسک	منبع
شاخص مدیریت زیرساخت‌ها	۳۲	افزایش زمان تعمیرات	Qeydar Khaljani & Taslimi, 2022
	۳۳	نداشتن نیروی متخصص و ماهر	Behesht-Ayin et al., 2018
	۳۴	عدم بازدیدهای دوره‌ای	Esmaeili-Najafabadi et al., 2021
شاخص کنترل کیفیت	۳۵	کالیبره نبودن ابزارها	Hosseini Dehshiri, 2019
	۳۶	آشنایی نداشتن کارکنان با ابزارها و روش‌های کنترل کیفیت	Hosseini Dehshiri, 2019
	۳۷	خطا در رد یا پذیرش	Mousavi & Feli, 2020
	۳۸	افزایش عدم انطباق	Mousavi & Feli, 2020
شاخص طراحی	۳۹	عدم صلاحیت تیم طراحی	Behesht-Ayin et al., 2018
	۴۰	عدم بروز بودن مراجع و استانداردها	Mousavi & Feli, 2020
	۴۱	احتمال وجود خطا در محاسبات	Mousavi & Feli, 2020
	۴۲	استفاده نکردن از ابزارهای مناسب	Hosseini Dehshiri, 2019
شاخص انبارش	۴۳	چیدمان نامناسب	Mousavi & Feli, 2020
	۴۴	عدم اعلام به‌موقع خرید به واحد بازرگانی	Behesht-Ayin et al., 2018
	۴۵	استفاده نکردن از سیستم FIFO (اولین ورودی اولین خروجی)	Esmaeili-Najafabadi et al., 2021
شاخص تولید	۴۶	تغییر روش انجام کار	Hosseini Dehshiri, 2019
	۴۷	اجرای غلط کار	Hosseini Dehshiri, 2019
	۴۸	محدودیت افزایش ظرفیت تولید	Esmaeili-Najafabadi et al., 2021
	۴۹	مواد اولیه نامرغوب	Esmaeili-Najafabadi et al., 2021
	۵۰	تغییر و جابه‌جایی کارکنان کلیدی	Behesht-Ayin et al., 2018
	۵۱	دقت نداشتن کارکنان در انجام کار	Mousavi & Feli, 2020
	۵۲	عدم حضور کارکنان به علت بیماری، حادثه و مرخصی و اعتصابات	Mousavi & Feli, 2020
	۵۳	جذب نیروی غیرمتخصص	Mousavi & Feli, 2020
شاخص محیطی	۵۴	در نظر نداشتن مسائل سیاسی داخلی و بین‌المللی	Behesht-Ayin et al., 2018
	۵۵	وقوع جنگ و مخاطرات طبیعی	Hosseini Dehshiri, 2019
شاخص برنامه‌ریزی	۵۶	عدم تولید مطابق برنامه	Qeydar Khaljani & Taslimi, 2022
	۵۷	عدم ارائه برنامه توسط کارفرما	Hosseini Dehshiri, 2019
	۵۸	زمان‌بندی غلط (تخمین ناصحیح)	Hosseini Dehshiri, 2019
	۵۹	عدم ارائه برنامه تعمیرات پیشگیرانه به واحد تعمیرات	Hosseini Dehshiri, 2019
	۶۰	شناسایی نکردن گلوگاه‌ها	Qeydar Khaljani & Taslimi, 2022
تحویل محصول	۶۱	عدم دسترسی به‌موقع پایانه‌ها و ماشین‌های حمل	Behesht-Ayin et al., 2018
	۶۲	عدم دسترسی به برنامه ارسال	Behesht-Ayin et al., 2018
	۶۳	اعتصاب کامیون‌ها (خودروهای حمل)	Behesht-Ayin et al., 2018
	۶۴	برنامه ارسال بیش از ظرفیت تولید	Qeydar Khaljani & Taslimi, 2022
	۶۵	آسیب به محصولات در جابه‌جایی حمل‌ونقل	Esmaeili-Najafabadi et al., 2021
	۶۶	عدم تحویل به‌موقع	Esmaeili-Najafabadi et al., 2021

ادامه جدول (۱).

شاخص	شماره	ریسک	منبع
شاخص مشتری	۶۷	عدم رفع خواسته‌های مشتری	Behesht-Ayin et al., 2018
	۶۸	نداشتن رفتار مشتری مداری	Mousavi & Feli, 2020
شاخص مدیریت	۶۹	عدم تعهد مدیریت	Hosseini Dehshiri, 2019
	۷۰	عدم آگاهی مدیریت در برنامه و طولانی‌تر شدن زمان پروژه	Behesht-Ayin et al., 2018

۴-۲- تکنیک FMEA

روش FMEA ابزاری است جهت جلوگیری کردن قبل از اتفاق افتادن می‌باشد. اهمیت دادن به این روش باعث جلوگیری از ریسک‌های منفی در هر سازمان می‌گردد. از روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و اثرات آن در سطح فرایندها، مراحل طراحی به‌منظور دوراندیشی کردن ایرادت و مشکلات استفاده خواهد شد (Dabiri et al, 2009). یکی از حسن‌های تکنیک FMEA این است که می‌توانیم قبل از آنکه یک اتفاقی رخ دهد، یک اقدام انجام داده باشیم. درواقع می‌توان گفت این روش یک اقدام کنشی می‌باشد که با استفاده از روش FMEA می‌توانیم با برنامه‌های پاسخ مناسب سطح هر یک از ریسک‌ها را کاهش دهیم. در این تحقیق از روش FMEA به‌منظور شناسایی مواردی استفاده می‌شود که باعث شکست پروژه برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو می‌شود.

۴-۳- روش DANP

روش DANP یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه می‌باشد که ترکیبی از روش دیمتل و ANP است. مزیت این روش نسبت به دیگر روش در هنگامی‌که وزن خوشه‌ها متفاوت باشد می‌توان از این روش استفاده نمود.. در ادامه ابتدا مراحل اجرای روش DEMATEL و سپس مراحل اجرای ANP را معرفی‌شده است:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (۱)$$

ماتریس نرمال برای روابط اولیه بر اساس رابطه ۲ و ۳ به‌صورت زیر قابل‌محاسبه است.

$$X = {}^{1}\!/_{\max \sum_{j=1}^{n} a_{ij}} \quad (۲)$$

$$N = X.A \quad (۳)$$

که در روابط بالا، X مقدار نرمال شده هر یک از فاکتورها است و A ماتریس رابطه اولیه می‌باشد.

۴-۴- ماتریس رابطه کل

ماتریس رابطه Y، با استفاده از ماتریس نرمال شده N با استفاده از رابطه ۴ قابل‌محاسبه است. در رابطه مذبور، I نشان‌دهنده ماتریس همانی است که در معادله ۵ نشان داده‌شده است.

$$Y = N(I - N)^{-1} \quad (۴)$$

$$I_n = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (۵)$$

۴-۵- محاسبه مجموع سطرها و ستون‌های ماتریس رابطه کل

در این مرحله ماتریس ستونی $R_{n\times1}$ را با استفاده از مجموع سطرهای ماتریس رابطه کل و ماتریس سطری $C_{1\times n}$ را با استفاده از مجموع ستون‌های ماتریس رابطه کل به‌صورت زیر محاسبه می‌نماییم.

$$R = [\sum_{j-1}^{n} m_{ij}] \quad (۶)$$

$$C = [\sum_{i-1}^{n} m_{ij}] \quad (۷)$$

۴-۶- ترسیم نمودار علی

در این مرحله با محاسبه $(R_i + C_i)$ و $(R_i - C_i)$ و نمایش آن بر روی یک نمودار در دو بعد، نمودار علی برای نشان دادن تأثیرگذاری عوامل بر یکدیگر ترسیم می‌نماییم.

در این مرحله به استناد شاخص‌های تأثیرگذار شناسایی‌شده در مراحل قبل، عوامل تأثیرگذار با استفاده از

روش ANP رتبه‌بندی می‌شوند. مراحل اجرای روش ANP به‌صورت زیر است.

۴-۷- ساخت مدل و تبدیل مسئله به یک ساختار شبکه‌ای

در این مرحله، به‌وضوح باید به یک سیستم منطقی همچون یک شبکه تبدیل شود. ساختار شبکه‌ای را می‌توان از تشکیل گروه اسمی و یا هر روش مناسب دیگر به دست آورد.

۴-۸- تشکیل ماتریس مقایسات زوجی و تعیین بردارهای وزن‌های نسبی

عناصر تصمیم در هر یک از خوشه‌ها باید بر اساس میزان اهمیت آن‌ها در ارتباط با معیارهای کنترلی به‌صورت دوبه‌دو باهم مقایسه می‌شوند. خوشه‌ها نیز با توجه به نقش و تأثیری که در دست‌یابی به هدف دارند، دوبه‌دو مقایسه می‌شوند. همچنین با توجه به وابستگی‌های متقابل بین عناصر یک خوشه، باید بین آن‌ها مقایسات زوجی صورت گیرد.

برای دست‌یابی به وزن‌های نهایی در شبکه، بردارهای وزن‌های نسبی در ستون‌های مناسب یک ماتریس وارد می‌شوند. درنتیجه یک سوپر ماتریس که هر بخش آن نشان‌دهنده ارتباط بین دو خوشه در یک سیستم است به دست می‌آید.

اولویت کلی گزینه‌ها از ستون مربوط به گزینه‌ها در سوپر ماتریس حدی به هنجار شده به دست می‌آید. در ادامه چارچوب محاسباتی روش ANP نشان داده‌شده است. ماتریس مقایسات زوجی برای شاخص‌ها، زیرشاخص‌ها و گزینه‌ها، به‌صورت کلی مطابق ماتریس نشان داده‌شده در (۸) نشان داده می‌شود.

$$\begin{bmatrix} m_{11} & \cdots & m_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{n1} & \cdots & m_{nn} \end{bmatrix} \quad (۸)$$

سپس، جهت تعیین بردارهای اولویت شاخص‌ها، زیرشاخص‌ها و گزینه‌ها، ماتریس‌های مقایسات زوجی از رابطه (۹) بی مقیاس می‌شوند و سپس با استفاده از میانگین حسابی هر سطر، بردار اولویت تعیین می‌گردد.

$$m_{ij}^{*} = \frac{m_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} m_{ij}} \quad (۹)$$

با تعیین بردارهای اولویت، می‌توان ابر ماتریس اولیه را به‌صورت رابطه (۱۰) تشکیل نماییم.

$$w = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ w_{21} & w_{22} & 0 \\ 0 & w_{32} & w_{33} \end{bmatrix} \quad (۱۰)$$

که در رابطه ۱۰، ستون اول برای اهداف، ستون دوم برای شاخص‌ها و ستون سوم برای زیرشاخص‌ها هستند. در ادامه، با تشکیل ماتریس خوشه‌ای میزان تأثیرگذاری هر خوشه از شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها را برای دستیابی به هدف مشخص می‌نماییم. جهت تعیین ماتریس خوشه‌ای، شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها به صورتی زوجی توسط تصمیم‌گیرنده مقایسه می‌شوند و با جایگذاری بردار اولویت به‌دست‌آمده و باید جمع هر ستون برابر با یک گردد. ماتریس خوشه‌ای مطابق رابطه (۱۱) مشخص می‌شود.

$$T = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & t_{22} & 0 \\ 0 & t_{32} & 1 \end{bmatrix} \quad (۱۱)$$

در ادامه فرآیند مربوط به اجرای الگوریتم ANP با ضرب مقادیر خوشه‌ای در ماتریس اولیه، ابر ماتریس موزون به‌صورت رابطه (۱۲) تشکیل می‌گردد.

$$\widehat{W} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \widehat{w}_{21} & \widehat{w}_{22} & 0 \\ 0 & \widehat{w}_{32} & \widehat{w}_{33} \end{bmatrix} \quad (۱۲)$$

هر سطر از ماتریس رابطه (۱۳) بیانگر بردار اهمیت نهایی I_j زیرشاخص‌ها است. با انجام مقایسات زوجی بین گزینه‌ها و زیرشاخص‌ها، می‌توان از طریق رابطه (۳-۱۵) شاخص مطلوبیت هر گزینه را تعیین کرد.

$$U_i = \sum_{j=1}^{n} I_j . P_{ij} \quad (۱۳)$$

در رابطه (۱۳)، P_{ij} مقدار امتیاز حاصل از مقایسه زوجی گزینه i از زیر شاخص j است.

۵- یافته‌های پژوهش

۵-۱- تعیین سطح هر ریسک

در این پژوهش برای به دست آوردن سطح ریسک‌ها از تکنیک تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و اثرات آن (FMEA) استفاده‌شده است. مراحل اجرای FMEA ابتدا برای هر ریسک (حالات خرابی)، علت و پیامد مربوطه نوشته‌شده است و سپس برای جمع‌آوری اطلاعات مربوطه پرسشنامه

در بین خبرگان، مدیران و کارشناسان پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو توزیع‌شده و از آن‌ها خواسته می‌شود نرخ وخامت خطر، نرخ احتمال وقوع خطر، نرخ احتمال کشف را مطابق جداول مربوطه که برحسب مقیاس ۱ تا ۱۰ بیان‌شده، تعیین نمایند پس از تعیین نمودن نرخ وخامت خطر، نرخ احتمال وقوع خطر و نرخ احتمال کشف سطح هریک از ریسک‌ها را تعیین می‌نماییم.

$$RPN: occurrence * detect * severity \quad (۱۴)$$

پس از به دست آوردن RPN مطابق جدول **۲** با استفاده از طیف لیکرت ۳ تایی که عبارت‌اند از: ۱- کم‌اهمیت ۲- اهمیت متوسط ۳- اهمیت بالا، ریسک‌ها را دسته‌بندی می‌نماییم. درنهایت برای ریسک‌های با اهمیت متوسط و بالا برنامه پاسخ مربوطه نوشته می‌شود.

- **کدگذاری معیارها و زیر معیارها**

قبل از انجام محاسبات، برای ۱۰ معیار و ۱۷ زیر معیار مطابق جدول **۴** کدهای اختصاص داده‌شده است.

جدول (۲): دسته‌بندی ریسک‌ها

سطح ریسک	عدد RPN
A (کم‌اهمیت)	بین ۱ تا ۱۷۵
B (اهمیت متوسط)	بین ۱۷۶ تا ۳۰۰
C (اهمیت بالا)	بین ۳۰۱ تا ۱۰۰۰

جدول (۳): تعیین سطح ریسک به روش FMEA

ردیف	فرآیند	ریسک	RPN	سطح ریسک
۱	بازرگانی	تعداد کم تأمین‌کنندگان	۲۳۴	B
۲		لغو قرارداد به‌وسیله تأمین‌کننده	۱۴۷,۷۷	A
۳		عدم ارزیابی تأمین‌کنندگان و فروشندگان	۱۲۲,۱۰	A
۴		عدم تأمین به‌موقع	۳۱۷,۱۲	C
۵		عدم انتخاب تجهیزات و وسایل به دلیل انحصاری بودن	۲۶۸,۸۱	B
۶		ارتباطات ضعیف به دلیل موقعیت جغرافیایی	۱۶۸,۲۲	A
۷		نداشتن معیارهای مناسب جهت انتخاب پیمانکاران	۱۴۲,۹۵	A
۸		خرید جنس نامرغوب	۳۲۱,۲۰	C
۹	پیمانکار	شکست مالی پیمانکار	۳۰۶,۴۵	C
۱۰		عدم ارائه کامل و شفاف نیازها و مشخصات	۱۷۹,۹۱	B
۱۱		فقدان مهارت پیمانکار	۱۷۴,۴۸	A
۱۲		عدم انجام تعهدات پیمانکار	۳۰۷,۳۴	C
۱۳		پایین بودن کیفیت خدمات	۳۰۵,۶۰	C
۱۴		مقاومت پیمانکار در برابر تغییرات احتمالی	۲۸۲,۱۱	B
۱۵		ادعاهای اشتباه پیمانکار	۱۲۷,۴۴	A
۱۶		اعتماد بیش‌ازحد به پیمانکار	۱۶۲,۹۵	A
۱۷		توقعات بی‌جا پیمانکار	۱۳۷,۷۵	A
۱۸	مالی	عدم تخصیص بودجه مناسب	۳۰۱,۳۰	C
۱۹		مبادلات مالی نامناسب	۱۴۰,۳۸	A
۲۰		آشنا نبودن با قوانین بیمه و مالیات	۱۴۹,۷۳	A
۲۱		عدم ضمانت‌های موردنیاز	۲۷۷,۴۰	B
۲۲		در نظر نگرفتن نرخ بازگشت سرمایه	۱۹۲,۰۸	B
۲۳		برآورد غلط از توانایی مالی مجموعه	۱۷۳,۱۲	A
۲۴		نوسانات نرخ ارز	۴۲۱,۸	C

ادامه جدول (۳)

ردیف	فرآیند	ریسک	RPN	سطح ریسک
۲۵	نیروی انسانی	فقدان تجربه و مهارت کارکنان	۲۶۷,۱۴	B
۲۶		از دست دادن کارکنان کلیدی	۳۰۴,۱۵	C
۲۷		اشتباه در محاسبات ساعات کارکرد کارکنان	۱۷۳,۵	A
۲۸	هزینه	افزایش هزینه تغییرات	۲۱۲,۵۴	B
۲۹		افزایش هزینه پنهان و اضافه	۲۳۹,۳۴	B
۳۰		عدم آشنایی با برخی از تخفیفات	۲۷۲,۱۸	B
۳۱		کاهش هزینه‌های کیفیت COQ	۲۸۹,۲۸	B
۳۲	مدیریت زیرساخت‌ها	افزایش زمان تعمیرات	۳۳۶,۴۷	C
۳۳		نداشتن نیروی متخصص و ماهر	۲۸۵,۳۲	B
۳۴		عدم بازدیدهای دوره‌ای	۲۵۴,۱۸	B
۳۵	کنترل کیفیت	کالیبره نبودن ابزارها	۲۷۲,۷۵	B
۳۶		آشنایی نداشتن کارکنان با ابزارها و روش‌های کنترل کیفیت	۲۸۳,۲۷	B
۳۷		خطا در رد یا پذیرش	۳۴۲,۳۴	C
۳۸		افزایش عدم انطباق	۲۳۹,۶۵	B
۳۹	طراحی	عدم صلاحیت تیم طراحی	۲۹۷,۴۸	B
۴۰		عدم بروز بودن مراجع و استانداردها	۳۲۶,۵۳	C
۴۱		احتمال وجود خطا در محاسبات	۳۰۲,۲۶	C
۴۲		استفاده نکردن از ابزارهای مناسب	۲۸۹,۷۹	B
۴۳	انبارش	چیدمان نامناسب	۲۷۳,۰۷	B
۴۴		عدم اعلام به‌موقع خرید به واحد بازرگانی	۲۸۶,۴۰	B
۴۵		استفاده نکردن از سیستم FIFO	۲۰۴,۹۹	B
۴۶	تولید	تغییر روش انجام کار	۲۷۱,۱۲	B
۴۷		اجرای غلط کار	۱۸۴,۸۳	B
۴۸		محدودیت افزایش ظرفیت تولید	۱۸۱,۸۳	B
۴۹		مواد اولیه نامرغوب	۴۱۰,۶۳	C
۵۰		تغییر و جابه‌جایی کارکنان کلیدی	۲۶۳,۰۱	B
۵۱		دقت نداشتن کارکنان در انجام کار	۲۰۴,۷۳	B
۵۲		عدم حضور کارکنان به علت بیماری، حادثه و مرخصی و اعتصابات	۲۲۹,۰۷	B
۵۳		جذب نیروی غیرمتخصص	۳۱۷,۳۶	C
۵۴	محیطی	در نظر نداشتن مسائل سیاسی داخلی و بین‌المللی	۲۰۴,۲۶	B
۵۵		وقوع جنگ و مخاطرات طبیعی	۱۶۹,۳۲	A
۵۶	برنامه‌ریزی	عدم تولید مطابق برنامه	۳۱۶,۸۷	C
۵۷		عدم ارائه برنامه توسط کارفرما	۲۹۱,۴۶	B
۵۸		زمان‌بندی غلط (تخمین ناصحیح)	۲۲۴,۰۹	B
۵۹		عدم ارائه برنامه تعمیرات پیشگیرانه به واحد تعمیرات	۲۶۰,۴۰	B
۶۰		شناسایی نکردن گلوگاه‌ها	۳۶۱,۲۲	C

ادامه جدول (۳)

ردیف	فرآیند	ریسک	RPN	سطح ریسک
۶۱	تحویل محصول	عدم دسترسی به‌موقع پایانه‌ها و ماشین‌های حمل	۱۴۴,۰۴	A
۶۲		عدم دسترسی به برنامه ارسال	۲۱۵,۱۲	B
۶۳		اعتصاب کامیون‌ها (خودروهای حمل)	۱۳۸,۰۵	A
۶۴		برنامه ارسال بیش از ظرفیت تولید	۲۱۶,۴۸	B
۶۵		آسیب به محصولات در جابه‌جایی حمل‌ونقل	۲۷۴,۹۱	B
۶۶		عدم تحویل به‌موقع	۲۶۶,۶۷	B
۶۷	مشتری	عدم رفع خواسته‌های مشتری	۲۵۳,۹۹	B
۶۸		نداشتن رفتار مشتری مداری	۹۶,۴۴	A
۶۹	مدیریت	عدم تعهد مدیریت	۲۶۸,۹۷	B
۷۰		عدم آگاهی مدیریت در برنامه و طولانی‌تر شدن زمان پروژه	۳۱۰,۳۰	C

جدول (۴): کدگذاری معیارها و زیر معیارها

ردیف	معیار	زیر معیار	کد
۱	بازرگانی (B)	عدم تأمین به‌موقع	b1
۲		خرید جنس نامرغوب	b2
۳	پیمانکار (C)	شکست مالی پیمانکار	c1
۴		عدم انجام تعهدات پیمانکار	c2
۵		پایین بودن کیفیت خدمات	c3
۶	مالی (F)	عدم تخصیص بودجه مناسب	f1
۷		نوسانات نرخ ارز	f2
۸	نیروی انسانی (H)	از دست دادن کارکنان کلیدی	h1
۹	مدیریت زیرساخت‌ها (N)	افزایش زمان تعمیرات	n1
۱۰	کنترل کیفیت (Q)	خطا در رد یا پذیرش	q1
۱۱	طراحی (D)	عدم بروز بودن مراجع و استانداردها	d1
۱۲		احتمال وجود خطا در محاسبات	d2
۱۳	تولید (P)	مواد اولیه نامرغوب	p1
۱۴		جذب نیروی غیرمتخصص	p2
۱۵	برنامه‌ریزی (L)	عدم تولید مطابق برنامه	l1
۱۶		شناسایی نکردن گلوگاه‌ها	l2
۱۷	مدیریت (M)	عدم آگاهی مدیریت در برنامه‌ها و طولانی‌تر شدن زمان پروژه	m1

- **تأثیرگذاری و تأثیرپذیری زیر معیارها**

در این مرحله تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارها تعیین می‌گردد که زیر معیار تأثیرگذار معیار علی و زیر معیار تأثیرپذیر معلول است. نتایج در جدول **۵** آورده شده است. همچنین نمودار علی و معلولی شاخص‌ها در شکل **۳** رسم گردیده است.

طبق جدول **۶** می‌توان گفت شاخصی که D بیشتری داشته تأثیرگذارترین عامل هستند و همچنین در هر گروه از معیارهای اصلی، هر زیر معیار که D بیشتری دارد تأثیرگذار و شاخصی که R بیشتری دارد جزء تأثیر پذیرترین عوامل هستند.

طبق شکل **۳**، می‌توان گفت معیاری دارای ارتباط بیشتر با سیستم دارد که مقدار D+R آن‌ها بزرگ‌تر هستند طبق

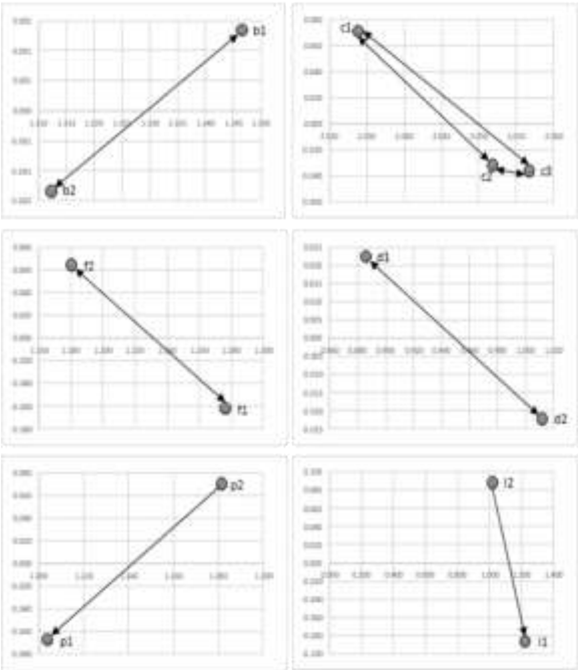
شکل **۳** می‌توان گفت هر معیاری که حاصل D-R آن‌ها مثبت باشد در بالای محور Xها قرارگرفته است و بالعکس و همچنین هر معیاری که به سمت راست باشد رابطه بیشتری با سایر عوامل دارد. محور مختصات را با مقدار های R-D و R+D تشکیل شده و نتایج در شکل **۴** نشان داده شده است.

جدول (۵): تأثیرپذیری و تأثیرگذاری زیرمعیارها

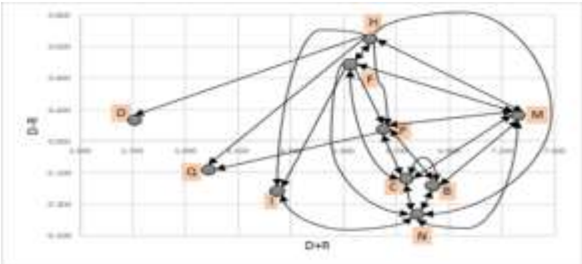
	D	R	D+R	D-R
b1	۰٫۶۷۴	۰٫۶۷۳	۱٫۳۴۷	۰٫۰۰۱
b2	۰٫۶۵۶	۰٫۶۵۷	۱٫۳۱۲	-۰٫۰۰۱
c1	۱٫۰۵۲	۰٫۹۸۲	۲٫۰۳۴	۰٫۰۶۹
c2	۱٫۰۱۰	۱٫۰۴۲	۲٫۰۵۲	-۰٫۰۳۳
c3	۱٫۰۱۰	۱٫۰۴۷	۲٫۰۵۷	-۰٫۰۳۷
f1	۰٫۶۰۷	۰٫۶۷۰	۱٫۲۷۷	-۰٫۰۶۳
f2	۰٫۶۲۲	۰٫۵۵۹	۱٫۱۸۱	۰٫۰۶۳
h1	۰٫۲۸۵	۰٫۲۸۵	۰٫۵۷۰	۰٫۰۰۰
n1	۰٫۳۰۴	۰٫۳۰۴	۰٫۶۰۹	۰٫۰۰۰
q1	۰٫۲۳۸	۰٫۲۳۸	۰٫۴۷۵	۰٫۰۰۰
d1	۰٫۴۵۴	۰٫۴۳۲	۰٫۸۸۶	۰٫۰۲۲
d2	۰٫۴۹۵	۰٫۵۱۷	۱٫۰۱۳	-۰٫۰۲۲
p1	۰٫۵۶۸	۰٫۶۳۷	۱٫۲۰۴	-۰٫۰۶۹
p2	۰٫۶۷۵	۰٫۶۰۶	۱٫۲۸۰	۰٫۰۶۹
l1	۰٫۵۷۱	۰٫۶۵۹	۱٫۲۳۰	-۰٫۰۸۸
l2	۰٫۵۵۲	۰٫۴۶۵	۱٫۰۱۷	۰٫۰۸۸
m1	۰٫۳۴۰	۰٫۳۴۰	۰٫۶۷۹	۰٫۰۰۰

جدول (۶): تأثیرپذیری و تأثیرگذاری معیارهای اصلی

	D	R	D+R	D-R	نوع معیار
B	۳٫۲۷۳	۳٫۵۵۵	۶٫۸۲۸	-۰٫۲۸۲	معلول
C	۳٫۲۴۵	۳٫۴۹۳	۶٫۷۳۸	-۰٫۲۴۹	معلول
F	۳٫۵۱۰	۳٫۰۲۳	۶٫۵۳۳	۰٫۴۸۶	علت
H	۳٫۶۲۴	۲٫۹۷۳	۶٫۵۹۷	۰٫۶۵۲	علت
N	۳٫۱۵۵	۳٫۶۲۶	۶٫۷۸۱	-۰٫۴۷۱	معلول
Q	۲٫۹۰۶	۳٫۰۸۸	۵٫۹۹۳	-۰٫۱۸۲	معلول
D	۲٫۹۲۱	۲٫۷۸۹	۵٫۷۱۱	۰٫۱۳۲	علت
P	۳٫۳۶۲	۳٫۲۹۵	۶٫۶۵۷	۰٫۰۶۶	علت
I	۲٫۹۶۴	۳٫۲۸۳	۶٫۲۴۷	-۰٫۳۲۰	معلول
M	۳٫۶۶۳	۳٫۴۹۶	۷٫۱۶۰	۰٫۱۶۷	علت



شکل (۲): نمودار علی زیرمعیارها.



شکل (۳): نمودار علی عوامل اصلی.

مطابق شکل **۴** می‌توان گفت معیارهایی که D-R آن‌ها مثبت است، در بالای محور X ها هستند و عوامل علت می‌باشند و زمانی که مقدار آن منفی باشد در پایین محور X ها جزء عوامل معلول می‌باشد و معیاری که D+R آن‌ها بیشترین مقدار می‌باشد بیشترین ارتباط با دیگر عوامل دارند.

- **وزن نهایی معیارها**

در این مرحله ابتدا ترانهاده ماتریس نرمال ارتباطات کامل تشکیل شد که همان ماتریس ناموزون اولیه می‌باشد. سپس بر اساس ماتریس ارتباط کامل نرمال T_D^{α} ترانسپوز شده در ماتریس ناموزون ضرب شد. در مرحله بعد برای همگرا شدن، سوپر ماتریس موزون به توان می‌رسد که در این تحقیق در توان ۵ همگرا شد. درنهایت وزن نهایی زیر معیارها و معیارها پس از همگرا شدن به‌دست‌آمده و نتیجه در جدول **۷** بیان گردید.

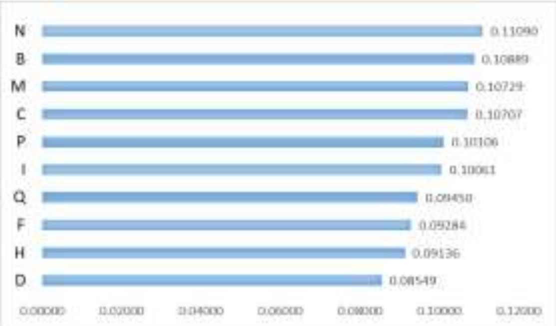
جدول (۷): وزن‌های نهایی زیر معیارها و معیارها

نام معیار	وزن معیار	وزن زیرمعیار	رتبه
عامل (B)	۰,۱۰۸۸۹		۲
زیرمعیار b1		۰,۰۵۵۳۳	۶
زیرمعیار b2		۰,۰۵۳۵۶	۷
عامل (C)	۰,۱۰۷۰۷		۴
زیرمعیار c1		۰,۰۳۴۳۶	۱۷
زیرمعیار c2		۰,۰۳۶۳۷	۱۵
زیرمعیار c3		۰,۰۳۶۳۴	۱۶
عامل (F)	۰,۰۹۲۸۴		۸
زیرمعیار f1		۰,۰۵۰۳۱	۹
زیرمعیار f2		۰,۰۴۲۵۳	۱۲
عامل (H)	۰,۰۹۱۳۶		۹
زیرمعیار h1		۰,۰۹۱۳۶	۴
عامل (N)	۰,۱۱۰۹۰		۱
زیرمعیار n1		۰,۱۱۰۹۰	۱
عامل (Q)	۰,۰۹۴۵۰		۷
زیرمعیار q1		۰,۰۹۴۵۰	۳
عامل (D)	۰,۰۸۵۴۹		۱۰
زیرمعیار d1		۰,۰۳۸۹۶	۱۴
زیرمعیار d2		۰,۰۴۶۵۳	۱۱
عامل (P)	۰,۱۰۱۰۶		۵
زیرمعیار p1		۰,۰۵۱۲۲	۸
زیرمعیار p2		۰,۰۴۹۸۴	۱۰
عامل (I)	۰,۱۰۰۶۱		۶
زیرمعیار i1		۰,۰۵۸۹۱	۵
زیرمعیار i2		۰,۰۴۱۷۱	۱۳
عامل (M)	۰,۱۰۷۲۹		۳
زیرمعیار m1		۰,۱۰۷۲۹	۲

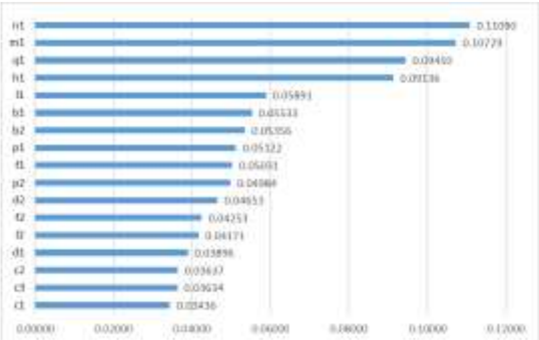
مطابق شکل **۵** بین معیارها نیز، معیار مدیریت زیرساخت‌ها با وزن ۰,۱۱۰۹۰ رتبه اول و معیار بازرگانی با وزن ۰,۱۰۸۸۹ دارای رتبه دوم و معیار مدیریت با وزن ۰,۱۰۷۲۹ رتبه سوم را در بحث اولویت‌بندی معیارها تحقیق به دست آورده‌اند.

همچنین مطابق شکل **۶** می‌توان گفت زیرمعیار افزایش زمان تعمیرات با وزن ۰,۱۱۰۹۰ دارای رتبه اول و زیر معیار عدم آگاهی مدیریت در برنامه‌ها و طولانی‌تر شدن زمان پروژه با وزن ۰,۱۰۷۲۹ دارای رتبه دوم و زیر معیار خطا در رد یا پذیرش با وزن ۰,۰۹۴۵۰ رتبه سوم را در این اولویت‌بندی به دست آورده‌اند.

مطابق جدول **۸** رتبه نهایی زیر معیارها و معیارها به‌دست‌آمده، می‌توانیم نتیجه بگیریم که چهار زیر معیار: ۱) افزایش زمان تعمیرات؛ ۲) عدم آگاهی مدیریت در برنامه‌ها و طولانی‌تر شدن زمان پروژه؛ ۳) خطا در رد یا پذیرش؛ ۴) از دست دادن کارکنان کلیدی به‌عنوان مهم‌ترین ریسک‌های تحقیق انجام‌شده درزمینه مدیریت ریسک‌های پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو می‌باشد.



شکل (۴): نمودار وزن و رتبه نهایی معیارهای اصلی.



شکل (۵): نمودار وزن و رتبه نهایی زیرمعیارها.

۶- بحث و نتیجه‌گیری

این تحقیق به‌منظور مدیریت کردن ریسک‌های پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو انجام گردیده است. ازآنجایی‌که این تحقیق جزء تحقیق‌های کاربردی بوده است به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز در انجام این تحقیق با بررسی‌های میدانی در چندین صنعت قطعه‌سازی خودرو، مطالعه مقالات و کتب‌ها و پایان‌نامه‌ها و با استفاده از پرسشنامه‌هایی که تهیه‌شده و در اختیار کارشناسان، مدیران و خبرگان قرار داده و از نظرات آن‌ها استفاده‌شده است.

جدول (۸): رتبه نهایی معیارها و زیر معیارها

نام معیار	نام زیر معیار	وزن زیر معیار	وزن معیار	رتبه زیر معیار	رتبه معیار
بازرگانی	عدم تأمین به‌موقع	۰,۰۵۵۳۳	۰,۱۰۸۸۹	۶	۲
	خرید جنس نامرغوب	۰,۰۵۳۵۶		۷	
پیمانکار	شکست مالی پیمانکار	۰,۰۳۴۳۶	۰,۱۰۷۰۷	۱۷	۴
	عدم انجام تعهدات پیمانکار	۰,۰۳۶۳۷		۱۵	
	پایین بودن کیفیت خدمات	۰,۰۳۶۳۴		۱۶	
مالی	عدم تخصیص بودجه مناسب	۰,۰۵۰۳۱	۰,۰۹۲۸۴	۹	۸
	نوسانات نرخ ارز	۰,۰۴۲۵۳		۱۲	
نیروی انسانی	از دست دادن کارکنان کلیدی	۰,۰۹۱۳۶	۰,۰۹۱۳۶	۴	۹
مدیریت زیرساخت‌ها	افزایش زمان تعمیرات	۰,۱۱۰۹	۰,۱۱۰۹	۱	۱
کنترل کیفیت	خطا در رد یا پذیرش	۰,۰۹۴۵	۰,۰۹۴۵	۳	۷
طراحی	عدم بروز بودن مراجع و استانداردها	۰,۰۳۸۹۶	۰,۰۸۵۴۹	۱۴	۱۰
	احتمال وجود خطا در محاسبات	۰,۰۴۶۵۳		۱۱	
تولید	مواد اولیه نامرغوب	۰,۰۵۱۲۲	۰,۱۰۱۱۱	۸	۵
	جذب نیروی غیرمتخصص	۰,۰۴۹۸۴		۱۰	
برنامه‌ریزی	عدم تولید مطابق برنامه	۰,۰۵۸۹۱	۰,۱۰۰۶۱	۵	۶
	شناسایی نکردن گلوگاه‌ها	۰,۰۴۱۷۱		۱۳	
مدیریت	عدم آگاهی مدیریت در برنامه‌ها و طولانی‌تر شدن زمان پروژه	۰,۰۱۰۷۲۹	۰,۱۰۷۲۹	۲	۳

در این پژوهش پس از بررسی مفاهیم تحقیق و مطالعه مرور ادبیات باکارهایی که درگذشته انجام‌شده است، ریسک‌های پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو شناسایی‌شده سپس جهت تجزیه‌وتحلیل از روش FMEA و DANP استفاده‌شده است.

در این تحقیق به‌منظور تعیین سطح ریسک‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها با استفاده از پرسشنامه‌هایی که تهیه گردیده از نظرات خبرگان و مدیران و کارشناسان استفاده‌شده است با استفاده از تکنیک FMEA ریسک‌ها را در سه دسته کم‌اهمیت و اهمیت متوسط و اهمیت بالادسته بندی شد. سپس با استفاده از روش DANP برای ریسک‌های اهمیت بالا اولویت هر یک از معیارها و زیر معیارها را تعیین گردید. محدوده این تحقیق شامل شرکت‌هایی است که درزمینه قطعه‌سازی خودرو در حال فعالیت می‌باشند. به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز از نظرات کارشناسان، مدیران و خبرگان پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو استفاده‌شده است. مطابق تجزیه‌وتحلیل انجام‌شده در گام اول، هفتاد زیر معیار شناسایی گردید که سطح هر یک از ریسک‌ها با استفاده از روش FMEA موردبررسی قرارگرفته است. در گام دوم، به‌منظور اولویت‌بندی ریسک‌های با اهمیت، ده معیار و هفده زیر معیار شناسایی‌شده که با استفاده از روش DANP اولویت‌بندی گردیده است. مطابق نتایج به‌دست‌آمده، مهم‌ترین معیارها شامل: مدیریت زیرساخت‌ها، بازرگانی، مدیریت و پیمانکار است. درواقع می‌توانیم نتیجه بگیریم که چهار زیر معیار: افزایش زمان تعمیرات، عدم آگاهی مدیریت در برنامه‌ها و طولانی‌تر شدن زمان پروژه، خطا در رد یا پذیرش و از دست دادن کارکنان کلیدی به‌عنوان مهم‌ترین ریسک‌های تحقیق انجام‌شده درزمینه مدیریت ریسک‌های پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو می‌باشد که باید موردتوجه قرار گیرد.

امروزه بسیاری از شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو تصور می‌کنند که مدیریت کردن ریسک‌های پروژه‌های برون‌سپاری باعث افزایش هزینه و اتلاف منابع موجود سازمان می‌شود و ممکن است باعث دور شدن از رقبا می‌گردد، ولی درواقع این‌گونه نمی‌باشد و توجه نکردن به

ریسک‌ها در پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو باعث کاهش کیفیت قطعات یا محصولات تولیدی، کاهش سودآوری و غیره می‌گردد. بدین منظور جهت انجام تحقیقات آتی پیشنهادهایی ارائه می‌گردد:

- مدیریت ریسک‌های پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو با استفاده از تکنیک آنالیز حالات بالقوه خرابی در فرآیند تولید با استفاده و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه و چند معیاره
- مدیریت ریسک‌های پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو با استفاده از تکنیک آنالیز حالات بالقوه خرابی در طراحی قطعه یا محصول با استفاده و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه و چند معیاره
- مدیران و صاحبان صنعت قطعه‌سازی خودرو و شرکت‌های خودروسازی با مشارکت کارکنان خود معیارها و زیر معیارهای جدید را شناسایی نماید و با مدیریت کردن مناسب میزان اثرات این ریسک‌ها را کاهش یابند.
- به‌منظور مدیریت کردن ریسک‌های پروژه‌های برون‌سپاری در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو توصیه می‌شود ریسک‌های چندین شرکت قطعه‌سازی خودرو در کمیته‌های چند تخصصی بررسی شود و ریسک‌های جدید جمع‌آوری و یا اصلاحات لازم انجام شود.
- به‌منظور کاهش ریسک در شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو پیشنهاد می‌گردد، افراد علاقه‌مند راه‌کارهای جدید پاسخ به تهدید را شناسایی نمایند و میزان اثربخشی آن را با راهکارهای قبلی مقایسه نمایند.

۷- منابع

Abbasi, A., & Nikbakht, M. (2015). Providing a framework for identifying key indicators of outsourcing risks for aerospace products, Second *International Conference on Management in the 21st Century*. (In Persian).

Aldisa, R. T., & Maulana, P. (2022). Project Risk Management on Agile Development Team: Case Study of an Outsourcing Company in Indonesia. *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*), 6(4), 556-560. DOI: https://doi.org/10.35870/jtik.v6i4.559

Aubert, B. A., Dussault, S., Patry, M., & Rivard, S. (1999, January). Managing the risk of IT outsourcing. *In Proceedings of the 32nd Annual Hawaii International Conference on Systems Sciences*. 1999. HICSS-32. Abstracts and CD-ROM of Full Papers (pp. 10-pp). IEEE. DOI: https://doi.org/10.1109/HICSS.1999.772972.

Avazkhah, H. & Mohebbi, A. H. (2011), Project Risk Management, Tehran, Sabz Rayaneh Kian. (In Persian).

Barthelemy, J. (2003). The seven deadly sins of outsourcing. *Academy of Management Perspectives*, 17(2), 87-98. DOI: https://doi.org/10.5465/ame.2003.10025203.

Behesht-Ayin, F., Anvari, A. Ronaghi, M. H. (2018). Evaluating and prioritizing outsourcing risks using the GDEMATEL and ISM methods (a case study of a power generation management company). *Quarterly Strategic Management in Industrial Systems*, 13 (43), 69-82. (In Persian).

Bi, H., Lu, F., Duan, S., Huang, M., Zhu, J., & Liu, M. (2020). Two-level principal–agent model for schedule risk control of IT outsourcing project based on genetic algorithm. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 91, 103584. DOI: https://doi.org/10.1016/j.engappai.2020.103584.

Cai, X., Hall, N. G., Wang, S., & Zhang, F. (2023). Cooperation and contract design in project management with outsourcing. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 32(1), 34-70. DOI: https://doi.org/10.1007/s11518-023-5548-x

Dabiri G., Ghadiri Thani M., Vadaye Khairy H. (2009). Analysis of potential failure modes and their effects. Tehran: Iran Khodro Parts Design and Engineering Supply Company (SAPCO) Publications. (In Persian).

Esmaeili-Najafabadi, E., Azad, N., Pourmohammadi, H., & Nezhad, M. S. F. (2021). Risk-averse outsourcing strategy in the presence of demand and supply uncertainties. *Computers & Industrial Engineering*, 151, 106906. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106906.

Hosseini Dehshiri, S. J. (2019). Using gray numbers theory in multi-attribute decision making methods for the evaluation the risk of outsourcing of information technology projects. *Business Intelligence Management Studies*, 7(28), 167-198. DOI: https://doi.org/10.22054/ims.2019.10243.

Lu, F., Yan, T., Bi, H., Feng, M., Wang, S., & Huang, M. (2022). A bilevel whale optimization algorithm for risk management scheduling of information technology projects considering outsourcing. *Knowledge-Based Systems*, 235, 107600. DOI: https://doi.org/10.1016/j.knosys.2021.107600.

Mousavi, S. N., & Feli, R. (2020). Interpretative-structural modeling of outsourcing human resources in Maroon Petrochemical Company. *Strategic Studies in Petroleum and energy Industry*, *11*(42), 179-210. (In Persian).

Qeydar Khaljani, J., & Taslimi, S. (2022). A Robust Model for Optimal Utilization of Resource in Outsourcable Projects with Uncertain Budget in Government Organization. *Journal of Industrial Management Perspective*, *12*(2), 65-88. DOI: https://doi.org/10.52547/jimp.12.2.65.

Silva, W. D. O., & Morais, D. C. (2022). Impacts and insights of circular business models' outsourcing decisions on textile and fashion waste management: A multi-criteria decision model for sorting circular strategies. *Journal of Cleaner Production*, 370, 133551. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133551.

Somers, T. M., & Nelson, K. G. (2004). A taxonomy of players and activities across the ERP project life cycle. *Information & Management*, 41(3), 257-278. DOI: https://doi.org/10.1016/S0378-7206(03)00023-5.

Tian, Q., & Guo, W. (2019). Reconfiguration of manufacturing supply chains considering outsourcing decisions and supply chain risks. *Journal of Manufacturing Systems*, 52, 217-226. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2019.04.005.

Wideman, R. M. (1992). Project and program risk management: a guide to managing risks and opportunities. Project Management Institute, Pennsylvania, PA.